

Beleidsrapport STORE-B-12-012

De concurrentiepositie van de Vlaamse industrie

Een nationaal en internationaal perspectief

Tim Goesaert^{a,b} en Jo Reynaerts^{*,a,b,c}

^a*Steunpunt Ondernemen & Regionale Economie (STORE)*

^b*Vlaams Centrum voor Economie & Samenleving (VIVES), Faculteit Economie en
Bedrijfswetenschappen, KU Leuven*

^c*Centrum voor Economische Studiën (CES), Faculteit Economie en Bedrijfswetenschappen, KU
Leuven*

20 december 2012



* De auteurs wensen Stefaan Decramer, Stijn De Ruytter, Joep Konings, Cathy Lecocq en de leden van de spoorwerkgroep "Clusters" te bedanken voor opmerkingen en suggesties. De resultaten in dit rapport geven de mening van de auteurs weer en niet deze van de Vlaamse overheid: de Vlaamse Gemeenschap/het Vlaams Gewest is niet aansprakelijk voor het gebruik dat kan worden gemaakt van de in deze mededeling of bekendmaking opgenomen gegevens.

Samenvatting

Dit rapport formuleert een *methodologisch canvas* voor de analyse van de concurrentiepositie van sectoren en landen zowel op nationaal als internationaal vlak op basis van een consistente maatstaf voor productiviteit (de totale factorproductiviteit, TFP), en maatstaven voor loonlasten zoals de loonkost per eenheid product (LKP, de ratio van de totale loonkost van een onderneming ten opzichte van de gerealiseerde toegevoegde waarde) of de gemiddelde loonkost (ALK, de ratio van de totale loonkost van een onderneming ten opzichte van de tewerkstelling). Een *grafisch instrument* ter ondersteuning van het beleid bundelt de evolutie van beide maatstaven over een bepaalde periode in een duidelijke karakterisering van de competitieve evolutie van een sector.

Dit rapport moet als een *eerste stap* gezien worden in de lange termijnanalyse van de competitiviteit van de Vlaamse industrie waarbij de methodologie en het grafisch instrument ter illustratie worden toegepast om de concurrentiepositie van de Vlaamse industrie langs twee dimensies, een internationale en een nationale, te ontleden. De belangrijkste bevinding langs de internationale dimensie is dat Vlaanderen ten opzichte van buurland Duitsland over de periode 2005–2010 aan competitieve kracht heeft ingeboet door de combinatie van (i) een lagere TFP groei, en (ii) een toename van de loonkost per eenheid product. De grafische tool wijst langs de nationale dimensie op (iii) een combinatie van toenemende loonkosten en een achteruitgang van de productiviteit voor het merendeel van de sectoren over dezelfde periode. Een bemoedigende vaststelling daarentegen is dat (iv) vele sectoren tijdens de crisis een verbetering van hun competitieve positie lieten optekenen doordat de productiviteit sneller toenam dan de loonkosten. Verder wordt aangetoond dat een rangschikking op basis van arbeidsproductiviteit zowel een andere volgorde als een andere samenstelling van industriële sectoren oplevert dan een consistente rangschikking op basis van totale factorproductiviteit, een gegeven dat in rekening moet worden gebracht bijvoorbeeld bij de uitvoering van beleidsondersteunende maatregelen in de context van het Nieuw Industrieel Beleid (NIB).

Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
2. Totale factorproductiviteit als een consistente maatstaf voor efficiëntie van ondernemingen	4
3. Competitieve analyse van industriële sectoren: methodologie	6
3.1. Productiviteit	6
3.1.1. Bedrijfssproductiviteit	6
3.1.2. Sectorproductiviteit	7
3.1.3. Geaggregeerde nationale productiviteit	8
3.2. Loonkost	8
3.2.1. Loonkost op het niveau van de onderneming	8
3.2.2. Sectorale en nationale loonkostmaatstaven	9
4. Een grafisch instrument voor de competitieve analyse van sectoren	10
5. Illustratie: competitieve analyse van de Vlaamse industrie	12
5.1. Analyse van de internationale concurrentiepositie van Vlaanderen ten opzichte van Duitsland	12
5.2. Competitieve evolutie van de industriële sectoren Vlaanderen 2005–2010	15
5.3. Invloed van de keuze van maatstaf voor efficiëntie op de sectorale rangschikking	19
6. Besluit	23
Referenties	25
A. Bespreking van de steekproef op basis van microgegevens	26
B. Het schatten van totale factorproductiviteit op basis van microgegevens	31
B.1. De Cobb-Douglas productiefunctie als een regressie	31
B.2. OLS is niet altijd de meest aangewezen methode	32
B.3. Oplossingen voor het endogeniteitsprobleem	32
B.3.1. Instrumenten	32
B.3.2. Bedrijfsspecifieke eigenschappen – heterogeniteit	33
B.3.3. Een controlefunctie op basis van investeringen	33
B.3.4. Een controlefunctie op basis van intermediaire goederen	35
B.3.5. Eenvoudiger en efficiënter	36

Lijst van figuren

1.	Grafische instrument voor de competitieve analyse van sectoren .	11
2.	Evolutie van de totale factorproductiviteit Vlaanderen–Duitsland (2005–2010)	14
3.	Evolutie van de loonkost per eenheid product Vlaanderen–Duitsland (2005–2010)	14
4.	Evolutie van de gemiddelde loonkost Vlaanderen–Duitsland (2005–2010)	14
5.	Concurrentiepositie industriële sectoren Vlaanderen (NACE 2-cijfer, 2005–2010)	16
6.	Concurrentiepositie industriële sectoren Vlaanderen (NACE 2-cijfer, 2005–2007)	18
7.	Concurrentiepositie industriële sectoren Vlaanderen (NACE 2-cijfer, 2008–2010)	18
8.	Sectorale rangschikking op basis van TFP groei (2005–2010)	21
9.	Sectorale rangschikking op basis van groei in arbeidsproductiviteit (2005–2010)	21
10.	Sectorale rangschikking op basis van tewerkstellingsgroei (2005–2010)	22
11.	Sectorale rangschikking op basis van de groei in kost per eenheid product (2005–2010)	22
12.	Relatie tussen bedrijfsomvang en geschatte TFP in de steekproef .	29
13.	Relatie tussen bedrijfsomvang en LKP in de steekproef	29
14.	Relatie tussen bedrijfsomvang en gemiddelde loonkost in de steekproef	30

Lijst van tabellen

1.	Rangschikking sectoren op basis van TFP groei (2005–2010)	19
2.	Rangschikking sectoren op basis van groei in arbeidsproductiviteit (2005–2010)	19
3.	Beschrijvende statistieken steekproef (2005–2010)	28

1. Inleiding

In het recente debat over het verlies van concurrentievermogen ten opzichte van de buurlanden wordt hoofdzakelijk gewezen op het aspect van de hoge loonkosten in België. Los van de juistheid van de argumenten die in deze discussie worden geopperd, wil dit rapport (1) een aanzet geven tot een objectivering van het probleem, en (2) een wetenschappelijke analyse formuleren van de factoren die al dan niet bijdragen tot een betere of slechtere competitieve basis. De nadruk ligt in dit rapport dan ook niet alleen op de loonontwikkeling in de Vlaamse industrie maar ook op de evolutie van de productiviteit. Beide begrippen zijn namelijk sterk met elkaar verbonden in de economische analyse van concurrentie,¹ en zoals steeds is het de *relatieve* evolutie van beide concepten die maakt of een sector erop vooruit of achteruit gaat.²

Met deze laatste bemerking raken we meteen aan een tweede belangrijke boodschap: in tegenstelling tot vele andere studies waar productiviteit vanuit een aggregatief perspectief wordt benaderd (m.a.w. waar de productiviteit van een land of regio berekend wordt op basis van geaggregeerde data, zoals bijvoorbeeld de nationale rekeningen), leunt deze studie aan bij de economische realiteit waar productie (en consumptie) het resultaat is van de beslissingen van *individuele* ondernemingen binnen sectoren die elkaar beconcurreren op de nationale en internationale markten. De analyse van de productiviteit moet dan ook op dit niveau plaatsvinden, op basis van (financiële/boekhoudkundige) microgegevens die gepuurd worden uit de balansresultaten van Vlaamse en buitenlandse ondernemingen.

Meer economisch realisme resulteert echter in een ingewikkelde verhouding tussen de individuele productiviteit van een onderneming en de (gemiddelde) productiviteit van een sector als dusdanig; vaak maken de meest productieve ondernemingen in een sector slechts de minderheid uit van de totale populatie. De heterogeniteit tussen ondernemingen onderling heeft m.a.w. een grote impact op de sectorproductiviteit, en met dit complex gegeven moet rekening gehouden worden in analyses zoals in dit rapport, en de beleidsaanbevelingen die hieruit voortvloeien.³

¹Productiviteitsstijgingen vertalen zich in loonstijgingen; indien lonen en productiviteit van elkaar afwijken, vertaalt dit zich in een gewijzigde competitieve positie.

²Sutton (2012) grijpt productiviteit en loonkosten aan als de twee dimensies om concurrentiekracht te meten. Productiviteitsgroei is een breed concept en kan bijvoorbeeld een weerspiegeling zijn van meer efficiënte productieprocessen ten gevolge van procesinnovatie, of van kwaliteitswinsten ten gevolge van productinnovatie, ...

³Wij verwijzen naar een eerdere studie die een deel van deze heterogeniteit in de Vlaamse industrie in kaart brengt, zie De Ruytter *et al.* (2012); zie ook Altomonte and Ottaviano (2012, pp.

Een analyse is maar zo goed als de maatstaven waarop het zich beroept; daarom wordt in deze studie de (econometrisch geschatte) totale factorproductiviteit (TFP) voorgesteld als consistente maatstaf voor de efficiëntie van een onderneming. Deze maatstaf houdt terdege rekening met

- (1) de totale hoeveelheid ingezette productiefactoren (m.a.w. de arbeids- en kapitaalintensiviteit van de sector), in tegenstelling tot de gangbare arbeidsproductiviteit (AP, de verhouding van de gerealiseerde toegevoegde waarde ten opzichte van het aantal werknemers), en
- (2) kwaliteitsverschillen in geproduceerde goederen, m.a.w. de correlatie tussen hogere prijzen en goederen van betere kwaliteit ten gevolge van een betere organisatie die gereflecteerd wordt in meer toegevoegde waarde, een gegeven dat niet noodzakelijk wordt opgepikt door de loonkost per eenheid product (LKP).

In dit rapport wordt tevens een *grafisch instrument* ter ondersteuning van het beleid ontwikkeld dat op eenvoudige wijze de wetenschappelijke analyse en complexe berekeningen synthetiseert en op grafische wijze competitiviteitswinsten en/of -verliezen identificeert. Concreet geeft dit instrument de groei in productiviteit (TFP) weer ten opzichte van de groei in loonkost (LKP) voor iedere NACE 2-cijfer sector in de Vlaamse economie. De 45°-lijn fungeert hierbij als scherprechter: een sector waarvan de {groei LKP, groei TFP} combinatie zich onder deze lijn bevindt, is een sector waarin de lonen sneller toenemen dan de productiviteit en dus inboet aan concurrentieel vermogen.

Met de sectorale microbenadering en de TFP maatstaf als uitgangspunt ontleedt dit rapport de concurrentiepositie van de Vlaamse industrie in twee dimensies, een internationale en een nationale. In eerste instantie wordt de relatieve ontwikkeling van TFP, LKP en ALK in Vlaanderen tussen 2005 en 2010 vergeleken met buurland Duitsland. De belangrijkste conclusie is hier dat de totale TFP groei over de periode 2005–2010 lager ligt voor de Vlaamse economie dan voor de Duitse terwijl LKP in Vlaanderen over dezelfde periode een grote toename kende. Met behulp van de grafische beleidstool wordt daarnaast aangetoond dat vele sectoren tijdens de crisis een verbetering van hun competitieve positie lieten optekenen, omdat productiviteit sneller toenam dan de loonkosten. Desondanks bemerken we echter voor het merendeel van de sectoren in de maakindustrie een combinatie

13–14) voor meer over de berekening van sectorproductiviteit op basis van microgegevens, in het bijzonder over de vertekening veroorzaakt door *aggregatie* en *dispersie*. In deze studie berekenen we de sectorspecifieke indicatoren opnieuw aan de hand van gewogen gemiddelden; hierdoor wegen de grotere bedrijven automatisch meer door in de indicatoren.

van toenemende loonkosten en een achteruitgang van de productiviteit over de periode 2005–2010.

Dit rapport is verder als volgt opgebouwd: deel 2 introduceert de totale factorproductiviteit als consistente maatstaf voor efficiëntie op het niveau van de onderneming, en bespreekt de verschillen met de gangbare maatstaf van arbeidsproductiviteit. De berekening van de respectievelijke indicatoren op het niveau van de onderneming, de sector en de economie in haar geheel wordt weergegeven in deel 3 terwijl deel 4 het grafische instrument bespreekt dat op basis van deze indicatoren toelaat om snel en eenvoudig de competitieve positie van sectoren weer te geven. De voorgaande methodologie wordt in deel 5 eerst geïllustreerd aan de hand van een vergelijking van de concurrentiepositie van de Vlaamse industrie ten opzichte van de Duitse, en vervolgens van alle NACE 2-cijfer sectoren van de Vlaamse industrie afzonderlijk, eerst voor de volledige periode 2005–2010, en vervolgens voor de periodes 2005–2008 en 2009–2010 om de impact van de economische conjunctuur op de competitieve positie van de maakindustrieën weer te geven. Deel 6 besluit.

2. Totale factorproductiviteit als een consistente maatstaf voor efficiëntie van ondernemingen

Doorgaans wordt de relatie $f : \mathbb{R}_+^n \rightarrow \mathbb{R}_+$ tussen inputs en fysieke output in de economische literatuur voorgesteld aan de hand van een *Cobb-Douglas* productiefunctie (Cobb and Douglas, 1928). Concreet wordt hierbij de fysieke productie van een onderneming verklaard aan de hand van de ingezette productiefactoren kapitaal en arbeid via de volgende geparameteriseerde relatie

$$Y_i = A_i K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2}, \quad (1)$$

waarbij Y_i de output voorstelt van een onderneming i , en K_i en L_i de ingezette hoeveelheden kapitaal en arbeid. De primitieven van vergelijking (1) zijn enerzijds (en in het bijzonder) de parameters β_1 en β_2 die de percentsgewijze impact inhouden van de inzet van meer kapitaal of arbeid (*ceteris paribus*) op productie,⁴ en anderzijds de parameter A die een maatstaf voor efficiëntie is. Deze interpretatie komt sterker tot uiting door vergelijking (1) te herschrijven als

$$A_i = \frac{Y_i}{K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2}}, \quad (2)$$

zodat A_i gelijk is aan de verhouding tussen output en inputs (of output per eenheid van totaal ingezette productiefactoren).

De ratio (2) is wat economen de **totale factorproductiviteit** (TFP) noemen omdat het een verklaring geeft voor de afwijkingen die er bestaan tussen bedrijven; productiviteit is immers een *relatief* begrip en kan op twee manieren worden geïnterpreteerd: indien twee ondernemingen i en j dezelfde productietechnologie hanteren, dan is onderneming i productiever dan j indien het

1. met dezelfde hoeveelheid productiefactoren arbeid en kapitaal *meer* output genereert dan j , of
2. dezelfde hoeveelheid output genereert met *minder* productiefactoren arbeid en kapitaal.

In beide gevallen is $A_i > A_j$. De oorzaken van dergelijke afwijkingen kunnen o.a. gevonden worden in verschillen in de kwaliteit van het bedrijfsmanagement. Het fundamentele onderscheid tussen de parameters β_1 en β_2 en de totale factor productiviteit A_i is dat deze laatste empirisch niet waarneembaar is, en bijgevolg

⁴Beide parameters zijn *outputelastischeiten*; indien bijvoorbeeld 1% meer kapitaal wordt aangewend, wijzigt de productie met $\beta_1\%$. De interpretatie voor β_2 is analoog.

geschat moet worden op basis van bedrijfsgegevens over omzet (toegevoegde waarde) en kosten (van arbeid en kapitaal).⁵

Het belang van een *consistente* maatstaf van efficiëntie zoals TFP kan eveneens aangetoond worden door deze te vergelijken met de gangbare arbeidsproductiviteit, gedefinieerd als

$$AP_i = \frac{Y_i}{L_i^{\beta_2}}, \quad (3)$$

met $\beta_2 = 1$ in de meeste analyses.⁶ Maatstaf (3) heeft als voordeel dat deze vrij eenvoudig te berekenen is (in tegenstelling tot TFP), maar heeft eveneens het grote nadeel dat er geen rekening wordt gehouden met de inzet van andere productiefactoren, in het bijzonder de mogelijkheid om te substitueren tussen arbeid en kapitaal in functie van de relatieve prijzen van de inputs. Een rangschikking van de sectoren op basis van (3) speelt dan in de kaart van kapitaalintensieve industrieën, en weerspiegelt slechts gedeeltelijk de productieve aard van de sectoren. Een rangschikking op basis van TFP is bijgevolg aangewezen; een illustratie wordt gegeven in deel 5.3.

⁵Zie deel B voor een beknopte samenvatting van de methoden om de niet-waarneembare TFP te schatten op basis van microgegevens.

⁶Zie bijvoorbeeld De Ruytter, Goesaert, Konings and Reynaerts (2012) waar arbeidsproductiviteit een van de maatstaven is om de Vlaamse industrie in kaart te brengen.

3. Competitieve analyse van industriële sectoren: methodologie

Een consistente benchmarking van (een selectie van) industriële sectoren, zowel nationaal als internationaal, berust enerzijds op consistente maatstaven voor productiviteit en loonkosten, en anderzijds op een aggregatie van deze individuele indicatoren tot een sectorale of nationale indicator. Deze *methodologie*, inclusief de gehanteerde maatstaven, wordt in dit deel toegelicht en in deel 5 geïllustreerd aan de hand van een vergelijking van de Vlaamse industrie met de Duitse (internationale competitieve analyse), en een nationale analyse waarbij de concurrentiële evolutie van alle Vlaamse industriële sectoren tussen 2005 en 2010 wordt geanalyseerd, en grafisch weergegeven aan de hand van een beleidsinstrument.

3.1. Productiviteit

3.1.1. Bedrijfssproductiviteit

Zoals aangegeven in deel 2 meet totale factorproductiviteit (TFP) de mate van efficiëntie van een bedrijf. Het geeft weer hoeveel meer output een bedrijf kan produceren dan zijn sectorale concurrenten, controlerend voor alle inputs, zijnde arbeid en kapitaal.⁷ Het is in dit opzicht een meer complete maatstaf dan bijvoorbeeld *arbeidsproductiviteit*, wat de factorproductiviteit van één enkele input voorstelt. De basis voor de meeste empirische studies van productiviteit in de economische literatuur is de *Cobb-Douglas* productiefunctie:

$$y_{inct} = \beta_0 + \beta_\ell \ell_{inct} + \beta_k k_{inct} + \delta_{inct}. \quad (4)$$

In vergelijking (4) stelt ℓ_{inct} de tewerkstelling in bedrijf i in sector n en land c op tijdstip t voor, k_{inct} de hoeveelheid kapitaal, en y_{inct} de output.⁸ De totale factorproductiviteit,

$$\delta_{inct} = y_{inct} - \beta_0 - \beta_\ell \ell_{inct} - \beta_k k_{inct}, \quad (5)$$

is gedefinieerd als het verschil tussen output en de inputs arbeid en kapitaal en is in feite een maatstaf voor de toegevoegde waarde die niet kan verklaard worden louter op basis van de inputs.

⁷Aangezien we in deze analyse het verschil in toegevoegde waarde tussen individuele ondernemingen trachten te verklaren, wordt er impliciet ook rekening gehouden met materiaalkosten en andere bijkomende inputs, zoals bijvoorbeeld elektriciteit en transport.

⁸Alle variabelen in vergelijking (4) zijn uitgedrukt als het natuurlijke logaritme van de onderliggende economische variabelen arbeid, kapitaal en toegevoegde waarde.

Alhoewel de coëfficiënten β_ℓ en β_k in vergelijking (4) een belangrijke interpretatie hebben als de percentsgewijze impact van wijzigingen in de inzet van respectievelijk arbeid en kapitaal op productie, zijn ze in deze studie van ondergeschikt belang en dienen ze als hulpmiddelen voor de berekening van de geschatte TFP $\hat{\delta}_{inct}$ voor iedere onderneming.⁹ Belangrijker is de veronderstelling van een *identieke* productiefunctie voor elke NACE 2-cijfer sector, wat vergelijkingen tussen sectoren in verschillende landen mogelijk maakt. Toegevoegde waarde (als indicator voor output), totale vaste activa (als indicator voor kapitaal) en materiaalkosten (als indicator voor intermediaire goederen) worden gedeïflecteerd met landspecifieke deflatoren om te corrigeren voor prijseffecten.¹⁰

3.1.2. Sectorproductiviteit

De bedrijfsproductiviteit $\hat{\delta}_{inct}$ verkregen na het schatten van vergelijking (4) wordt vervolgens geaggregeerd tot een productiviteitsmaatstaf op *sectoraal* niveau; hiertoe berekenen we het *gewogen gemiddelde* van de bedrijfsspecifieke totale factorproductiviteit per {sector, jaar, land} combinatie met toegevoegde waarde als gewicht:¹¹

$$\delta_{nct} = \sum_{i=1}^{n_j} s_{inct} \hat{\delta}_{inct}, \quad (6)$$

waarbij s_{inct} het aandeel is van onderneming i in de toegevoegde waarde van sector n , en n_j het aantal ondernemingen in deze sector. Sectoren zijn doorgaans zeer heterogeen, in die zin dat er grote onderlinge verschillen kunnen bestaan tussen ondernemingen wat hun productiviteit betreft. Omdat grote ondernemingen echter bepalend zijn voor de geaggregeerde productiviteit van een sector op zich, corrigeert vergelijking (6) voor hun relatief grotere bijdrage op dit vlak.

⁹De coëfficiënten worden geschat op basis van de Levinsohn-Petrin-Wooldridge methode (LPW) (Levinsohn and Petrin, 2003; Wooldridge, 2009), zie bijlage B.3 voor meer details over de specifieke uitwerking van deze schattingsmethode. Voor toepassingen in de economische literatuur waar deze methode als standaard wordt gehanteerd om bijvoorbeeld de impact van het elimineren van vrijhandelsbelemmeringen na te gaan, zie Amiti and Konings (2007).

¹⁰Deze deflatoren zijn niet industrie- maar wel activiteitspecifiek; toegevoegde waarde wordt gedeïflecteerd a.d.h.v. een index voor productieprijsen voor de verwerkende industrie, totale vaste activa met een index voor productieprijsen voor kapitaalgoederen, en materiaalkosten met een prijsindex voor intermediaire goederen. Alle deflatoren zijn afkomstig van de *OECD.StatExtracts* databank (OECD, 2012).

¹¹We wegen hier elke bedrijfsobservatie met zijn toegevoegde waarde in dat jaar. Naar analogie met de literatuur nemen we het bovenste en onderste percentiel van de verdeling niet mee in de analyse. Deze waarden zouden kunnen wijzen op te extreme outliers in de ruwe data.

3.1.3. Geaggregeerde nationale productiviteit

De laatste stap behelst de constructie van *nationale* indices van totale factorproductiviteit. De sectorale maatstaf voor TFP, δ_{nct} , wordt genormaliseerd in analogie met [Altomonte and Ottaviano \(2012\)](#) als een index voor elke {sector, land} combinatie waarin het jaar 2005 gelijk wordt gesteld aan 100; landspecifieke TFP-maatstaven volgen uit het gemiddelde van deze indices op basis van de sectorale toegevoegde waarde in de industrie:¹²

$$\hat{\delta}_{ct} = \sum_{n=1}^{N_c} s_{nct} \hat{\delta}_{inct}, \quad (7)$$

waarbij s_{nct} het aandeel is van sector n in de toegevoegde waarde van de economie in land c , en N_c het aantal sectoren. De voorgaande opmerking over heterogeniteit is ook hier aan de orde omdat verschillende sectoren op verschillende wijze bijdragen tot de totale toegevoegde waarde in de economie; de bijdrage van grote sectoren wordt via vergelijking 7 in rekening gebracht.

3.2. Loonkost

3.2.1. Loonkost op het niveau van de onderneming

De andere maatstaven die in deze benchmarkoefening opgenomen worden, zijn de loonkost per eenheid product (LKP) en de gemiddelde loonkost.¹³ De *loonkost per eenheid product* wordt berekend als ([Konings, 2003](#); [European Commission, 2012](#))

$$LKP_{inct} = \frac{\text{Totale loonkost}_{inct}}{\text{Toegevoegde waarde}_{inct}}. \quad (8)$$

In tegenstelling tot de hierboven gedefinieerde totale factorproductiviteit brengt deze indicator de totale loonkost binnen het bedrijf expliciet in rekening. Een toename van deze loonlast resulteert *ceteris paribus* in een lagere competitiviteit van

¹²De berekening van de sector- en landspecifieke indicatoren voor TFP gebeurt op basis van een *gebalanceerde* steekproef bestaande uit bedrijven die tijdens de gehele observatieperiode hebben gerapporteerd. Hierdoor ontbreken bedrijven die de markt verlaten of net betreden, maar zorgen we er evenwel voor dat de evolutie van deze indicatoren niet vertekend wordt door ontbrekende observatiepunten. We berekenen bovendien enkel een sectorspecifiek gemiddelde indien we minstens 15 bedrijven hebben in deze {sector, land} combinatie. Hierdoor verkrijgen we een meer representatief beeld van elke sector. De landspecifieke indicatoren bestaan vervolgens uit eenzelfde selectie van sectoren zodat deze evolutie niet vertekend wordt door de inclusie of het weglaten van bepaalde industrieën.

¹³Beide maatstaven worden geconstrueerd met de reële loonkost per bedrijf. Hiertoe corrigeren we de loonlast voor inflatie, verkregen via de OECD database ([OECD, 2012](#)).

het bedrijf.¹⁴ In de mate dat bedrijven hooggekwalificeerde werknemers aanwerven om kwaliteitsvolle producten te ontwikkelen met hoge toegevoegde waarde via investeringen in O&O, zal dit leiden tot een hogere totale factorproductiviteit, maar niet noodzakelijk tot een verbetering in de arbeidskost per eenheid product. Hooggekwalificeerde werknemers kunnen namelijk de totale loonkost verhogen. Het globale effect op de arbeidskost per eenheid product hangt dan af van de gerealiseerde stijging in toegevoegde waarde (Altomonte and Ottaviano, 2012).

De tweede indicator voor loonlasten, de *gemiddelde loonkost*, is de verhouding tussen de totale loonkost en de tewerkstelling in een bedrijf:

$$ALK_{inct} = \frac{\text{Totale loonkost}_{inct}}{\text{Aantal werknemers}_{inct}}. \quad (9)$$

3.2.2. Sectorale en nationale loonkostmaatstaven

Beide bedrijfsspecifieke indicatoren (8) en (9) worden net zoals de totale factorproductiviteit in deel 3.1 geaggregeerd tot een landspecifieke index we berekenen eerst een genormaliseerde, sectorspecifieke maatstaf, gelijk aan 100 in 2005 op basis van het gewogen sectorgemiddelde, bijvoorbeeld voor de loonkost per eenheid product,

$$LKP_{nct} = \sum_{i=1}^{n_j} s_{inct} LKP_{inct}, \quad (10)$$

waarbij s_{inct} het aandeel is van onderneming i in de tewerkstelling in sector n , en n_j het aantal ondernemingen in deze sector. De landspecifieke index volgt dan uit het gewogen gemiddelde van deze genormaliseerde reeksen als

$$LKP_{ct} = \sum_{n=1}^{N_c} s_{nct} LKP_{inct}, \quad (11)$$

waarbij s_{nct} het aandeel is van sector n in de tewerkstelling in de economie in land c , en N_c het aantal sectoren.

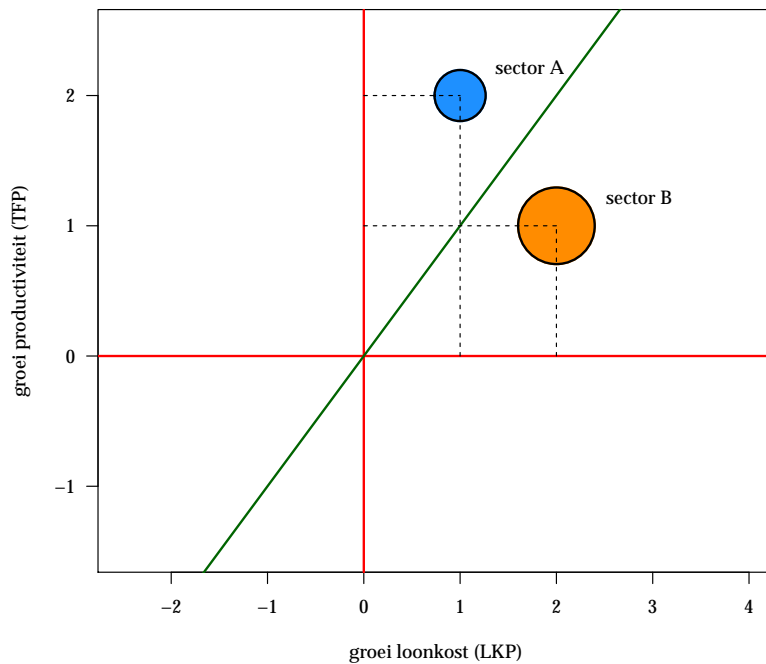
¹⁴Dit effect is niet aanwezig in de TFP indicator (5) die enkel rekening houdt met het *aantal* werknemers in het bedrijf.

4. Een grafisch instrument voor de competitieve analyse van sectoren

Een manier om de econometrische schattingen van TFP en de berekeningen van loonkostmaatstaven zoals beschreven in delen 3.1, 3.2 en bijlage B overzichtelijk en summier samen te brengen in de beoordeling van de competitieve positie van een sector, is beide simultaan grafisch weer te geven zoals in figuur 1. Het **grafische instrument** vervat in deze figuur draait centraal om de *positie* van het paar {groei loonkost, groei productiviteit} in het (x, y) vlak, in het bijzonder de plaats die dit punt inneemt ten opzichte van de **groene** 45° lijn. De interpretatie hierbij is dat alle punten op deze bissectrice koppels voorstellen met een gebalanceerd groeipad over de desbetreffende periode, waar de evolutie van de loonkost (LKP) gelijke tred houdt met de evolutie van de productiviteit (TFP) in de sector. Punten *boven* de 45° lijn zoals sector A in de figuur zijn dan sectoren waar de productiviteit sneller toenam dan de loonkost, met een gunstige invloed op de competitieve positie als gevolg; punten *beneden* de 45° lijn zoals sector B weerspiegelen sectoren die aan competitiviteit inboeten.¹⁵ Dit instrument laat bijgevolg toe om dergelijke sectoren snel en eenvoudig te identificeren bij de uitvoering van beleidsondersteunende maatregelen.

Een bijkomende dimensie die door de grafische beleidstool wordt aangekaart en weergegeven, is de afzonderlijke evolutie van beide maatstaven; de positie van de x en y coördinaten ten opzichte van de **rode** nulgroei lijnen geven aan in welke mate de overeenkomstige economische variabelen (respectievelijk loonkost en productiviteit) toe- of afnamen over de betreffende periode.

¹⁵Het belang van iedere sector (uitgedrukt als het aandeel in de toegevoegde waarde) in de Vlaamse industrie wordt weergegeven door de omvang van de overeenkomstige cirkel in figuren 5 tot en met 7



Figuur 1. Grafisch instrument voor de competitieve analyse van sectoren. In het *rood* afgebeeld zijn de nulgroei lijnen voor loonkost (LKP, x as) en productiviteit (TFP, y as); de *groene* 45° lijn stelt koppels voor met een gebalanceerd groeipad over de desbetreffende periode. Cirkels met middelpunt (x, y) in het vlak \mathbb{R}^2 geven $\{\text{groei LKP, groei TFP}\}$ koppels weer voor elk van de sectoren in onderwerp, met x de berekende groei in de loonkost, en y de overeenkomstige groei in productiviteit. In dit fictief voorbeeld evolueert sector A op positie $(1, 2)$ naar een gunstigere competitieve positie, en is sector B op positie $(2, 1)$ minder competitief dan aan het begin van de periode. De omtrek van de cirkels is representatief voor het belang van de sectoren in de industrie.

5. Illustratie: competitieve analyse van de Vlaamse industrie

De hierboven beschreven methodologie wordt in dit deel geïllustreerd aan de hand van twee toepassingen, zijnde een vergelijking van de concurrentiepositie van Vlaanderen ten opzichte van Duitsland (*internationale* vergelijking), en een karakterisering van de competitieve evolutie van de Vlaamse industriële sectoren tussen 2005 en 2010 (*nationale* analyse). Beide analyses beroepen zich op de maatstaven voor productiviteit en loonkost uit delen 3.1 en 3.2 die berekend worden op basis van microgegevens afkomstig van individuele ondernemingen.¹⁶

5.1. Analyse van de internationale concurrentiepositie van Vlaanderen ten opzichte van Duitsland

De econometrische schatting van TFP en de berekening van de hierboven gedefinieerde indicatoren, meer bepaald hun evolutie over de tijd in Vlaanderen en Duitsland, worden samengevat en grafisch voorgesteld in figuur 2 voor wat betreft TFP, en in figuren 3 en 4 voor respectievelijk de loonkost per eenheid product en de gemiddelde loonkost. Duitsland, in tegenstelling tot Vlaanderen, kent geen terugval in totale factorproductiviteit over de periode 2005–2010, zie figuur 2, en een lichte daling van de loonkost per eenheid product ten opzichte van 2005, zie figuur 3. Deze laatste kende tussen 2005 en 2010 in Vlaanderen een opmerkelijke toename, en tekende met name in 2007 voor een versnelde toename. Samengevat wijzen de schattingen van TFP en de berekeningen van de LKP in 2010 op een verschil in TFP groei van meer dan 5% en een verschil in LKP groei van meer dan 10%.

De goede resultaten voor de Duitse economie lijken te volgen uit een grote toename in productiviteit in 2005. Er valt wel, net zoals in de Vlaamse economie, een terugval in productiviteit op te merken vanaf 2007. Voor de meest recente jaren bemerken we een lichte stijging in productiviteit, zowel in Vlaanderen als in Duitsland.

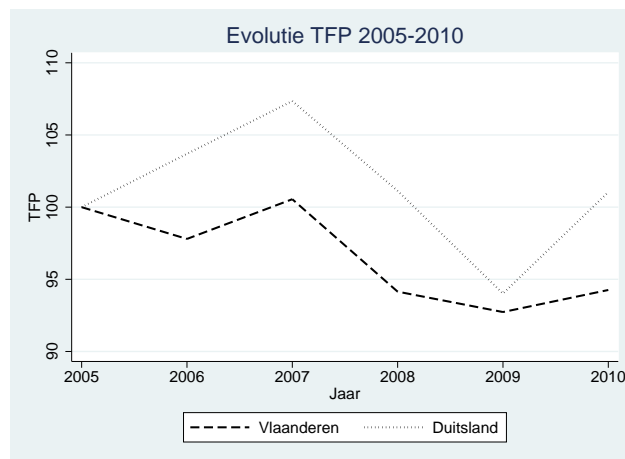
Voor wat de evolutie van de gemiddelde loonkost betreft, geeft figuur 4 aan dat deze in Vlaanderen relatief stabiel is gebleven. De gemiddelde lonen in Duitsland kenden in 2005 een grote toename, maar bevonden zich in 2010 net onder het startniveau van 2005. Tussen 2006 en 2009 nam de gemiddelde Duitse loonkost sterk af. De relatie tussen loonkosten en productiviteit en de impact daarvan op

¹⁶Zie deel A voor een beschrijving van de gehanteerde gegevens en de samenstelling van de steekproef.

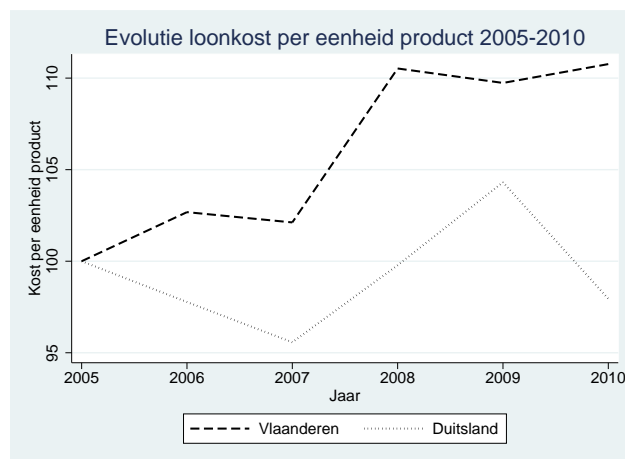
de competitieve positie van een sector worden in deel 5.2 verder uitgespit. Bij de analyse in dit deel plaatsen we ten slotte nog drie kanttekeningen:

1. De geconstrueerde landspecifieke indicatoren verbergen vaak een grote mate van *sectorale heterogeniteit*,¹⁷ niettegenstaande de correcties die hiervoor worden aangebracht in de berekeningen van de respectievelijke maatstaven. Dit deel is daarom een meer algemene oefening waarin de relatieve prestatie van de Vlaamse economie wordt vergeleken met deze van een ander land; in deel 5.2 bespreken we de competitieve evolutie van de Vlaamse economie sector per sector.
2. Inzake de interpretatie van de grafieken, merken we op dat het hier een analyse van de *relatieve* groei in de indicatoren betreft, zie bijvoorbeeld de evolutie van totale factorproductiviteit: daar merken we over de periode 2005–2010 een minder sterke evolutie van de Vlaamse productiviteit ten opzichte van de Duitse economie. Een overzicht van enkele *absolute* verschillen in deze maatstaven kan gevonden worden in tabel 3 uit deel A.
3. De resultaten zijn afhankelijk van de wijze waarop de steekproef wordt samengesteld. Dit betekent dat de resultaten steeds geïnterpreteerd moeten worden in het licht van het referentiekader dat door de steekproef wordt opgelegd; concreet vergelijken we dus de evolutie van TFP groei en groei in loonkosten van Vlaamse middelgrote en grote ondernemingen met deze van Duitse middelgrote en grote ondernemingen, zie deel A voor een toelichting en illustratie.

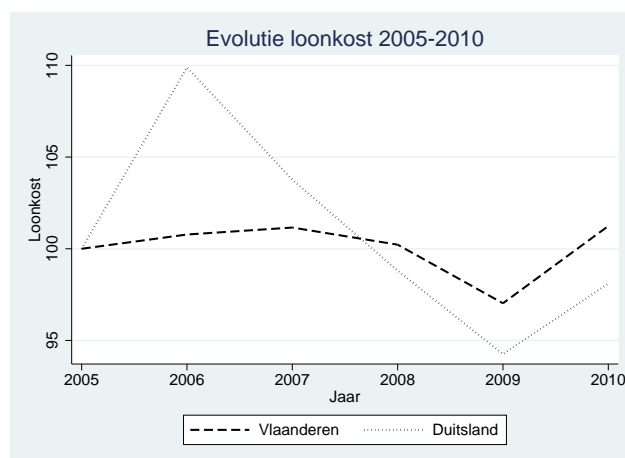
¹⁷Naast sectoren kunnen ook landen m.a.w. grote verschillen vertonen wat de structuur en samenstelling van hun economisch weefsel betreft.



Figuur 2. *Evolutie van de totale factorproductiviteit Vlaanderen–Duitsland (2005–2010)*



Figuur 3. *Evolutie van de loonkost per eenheid product Vlaanderen–Duitsland (2005–2010)*



Figuur 4. *Evolutie van de gemiddelde loonkost Vlaanderen–Duitsland (2005–2010)*

5.2. Competitieve evolutie van de industriële sectoren Vlaanderen 2005–2010

In dit deel berekenen en vergelijken we de evolutie van de competitieve positie van de verwerkende industrie in Vlaanderen tussen 2005 en 2010. Binnen deze context passen we het [grafisch instrument](#) uit deel 4 toe om de positie van de verschillende sectoren eenvoudig weer te geven aan de hand van de simultane vergelijking van twee indicatoren, de groei in totale factorproductiviteit en de groei in de gemiddelde reële loonkost. De achterliggende idee is dat een hoge groei van de loonkost, relatief ten opzichte van een stijging in productiviteit, kan wijzen op een verslechtering van de concurrentiepositie. Deze analyse wordt gevoerd op sectoraal niveau en is in dit opzicht een uitbreiding van de internationale benadering van deel 5.1.

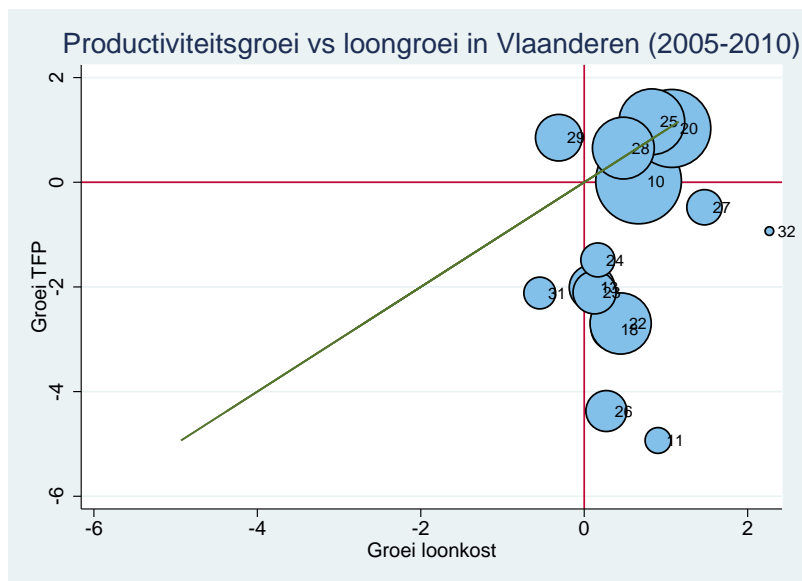
Berekening van de groeivoet van de maatstaven voor TFP en loonkost De analyse in dit deel bouwt verder op de in delen 3.1 en 3.2 gedefinieerde maatstaven. Aan de hand van de genormaliseerde sectorspecifieke tijdreeksen van totale factorproductiviteit en gemiddelde loonkost berekenen we de *samengestelde jaarlijkse groeivoet*,

$$g_{0,n} := \left(\frac{X(t_n)}{X(t_0)} \right)^{\frac{1}{t_n - t_0}} - 1, \quad (12)$$

met $X(t_0)$, $X(t_n)$ de indicator voor TFP of loonkost respectievelijk op tijdstippen t_0 (begin) en t_n (einde). De groeivoet (12) wordt berekend over de recente periode 2005–2010, en vervolgens voor de jaren voor de economische crisis, 2005–2007, evenals de crisisjaren zelf, 2008 tot en met 2010.¹⁸

Analyse van de sectorale competitiviteit in de maakindustrie Toepassing van het grafische beleidsinstrument in figuur 5 geeft aan dat enkel sectoren 25 (Vervaardiging van producten van metaal, exclusief machines en apparaten), 28 (Vervaardiging van machines, apparaten en werktuigen) en 29 (Vervaardiging en assemblage van motorvoertuigen, aanhangwagens en opleggers) competitiever

¹⁸De ruwe bedrijfsgegevens beschreven in deel A worden op dezelfde manier getransformeerd als in deel 5.1. Gezien we in dit deel geen internationale benchmarking uitvoeren en gegeven de uitstekende rapportering door Belgische bedrijven in *Amadeus*, beperken we ons hier niet enkel tot middelgrote en grote bedrijven, maar nemen we de hele populatie van bedrijven in rekening met een minimum aantal van vier werknemers. Analoog aan deel 5.1 opteren we voor een gebalanceerde steekproef en elimineren we extreme waarden door het eerste en laatste percentiel van de verdeling van de indicatoren uit de steekproef te verwijderen.



Figuur 5. Concurrentiepositie industriële sectoren Vlaanderen (NACE 2-cijfer, 2005–2010). NACE 2-cijfer codes: 10 voedingsmiddelen; 11 dranken; 13 textiel; 18 drukkerijen, opgenomen media; 20 chemie; 22 rubber, 23 kunststof; niet-metaalhoudende minereale producten; 24 metalen in primaire vorm; 25 metaalproducten; 26 informatica, optica/elektronica; 27 elektrische apparatuur; 28 machines; 29 auto-industrie; 31 meubelen; 32 overige industrie

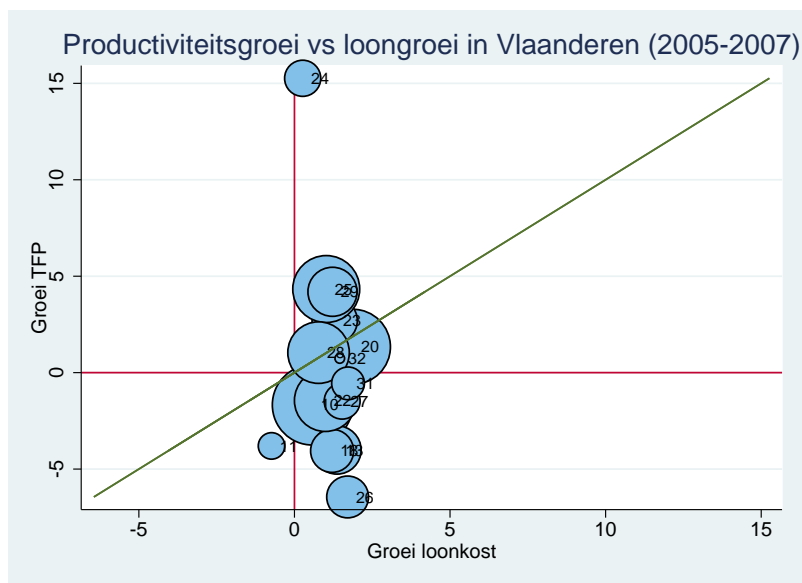
zijn dan in 2005,¹⁹ de overige sectoren bevinden zich immers onder de 45° lijn. Met uitzondering van sectoren 29 en 31 (Vervaardiging van meubels) kenden nagenoeg alle sectoren een groei in de loonkost (met observaties *rechts* van de verticale rode nullijn); slechts een beperkt aantal sectoren wist in de desbetreffende periode productiviteitswinsten te realiseren (met observaties *boven* van de horizontale rode nullijn), met name sectoren 10 (Vervaardiging van voedingsmiddelen), 20 (Vervaardiging van chemische producten), 25, 28 en 29. Ondanks deze productiviteitswinsten, zagen sectoren 10 en 20 dus een achteruitgang in hun competitieve positie. Voor het merendeel van de sectoren in de maakindustrie bemerken we echter een *combinatie van toenemende loonkosten en een achteruitgang van de productiviteit*.

Op basis van de grafieken voor de deelperiodes 2005–2007 en 2008–2010 stellen we vast dat voor veel sectoren de crisis aanleiding gaf tot een *verbetering* van de competitieve positie omdat TFP groei sneller toenam dan de (overigens groten-deels positieve) loonkostevolucie, zie figuur 7 en in het bijzonder de sectoren 10, 13 (Vervaardiging van textiel), 18 (Drukkerijen, reproductie van opgenomen media), 20 en 27 (Vervaardiging van elektrische apparatuur); deze positieve evolutie

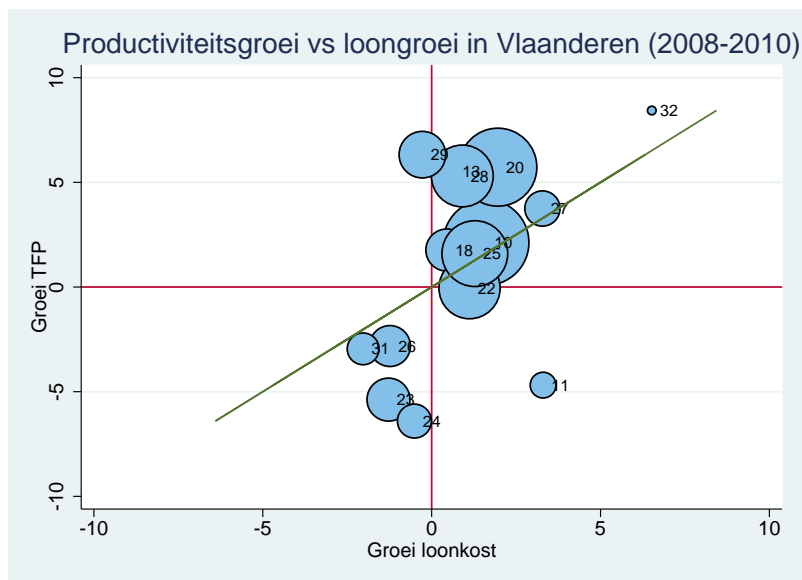
¹⁹Zie bijlage C voor een overzicht van de Vlaamse industriële sectoren volgens NACE Rev. 2 classificatie.

volstond echter niet om het competitiviteitsverlies van voor de crisis weergegeven in figuur 6 te compenseren.

Ook hier blijkt nogmaals dat loonkost en productiviteit samen aanleiding geven tot een gunstigere competitieve positie: zo realiseerden sectoren 23 (Vervaardiging van andere niet-metaalhoudende minerale producten), 24 (Vervaardiging van metalen in primaire vorm), 26 (Vervaardiging van informaticaproducten en van elektronische en optische producten) en 31 bijvoorbeeld wel een daling in de loonkost, maar was deze daling onvoldoende om de productiviteitsverliezen te compenseren. Figuur 7 is bovendien treffend omdat het een haarscherpe opdeling maakt van de industriële sectoren in twee groepen, de groep van de “winnaars” rechtsboven in de figuur (*boven* de 45° lijn), en de groep van de “verliezers” linksbeneden (*onder* de 45° lijn).



Figuur 6. Concurrentiepositie industriële sectoren Vlaanderen (NACE 2-cijfer, 2005–2007). NACE 2-cijfer codes: 10 voedingsmiddelen; 11 dranken; 13 textiel; 18 drukkerijen, opgenomen media; 20 chemie; 22 rubber, 23 kunststof; niet-metaalhoudende minereale producten; 24 metalen in primaire vorm; 25 metaalproducten; 26 informatica, optica/elektronica; 27 elektrische apparatuur; 28 machines; 29 auto-industrie; 31 meubelen; 32 overige industrie.



Figuur 7. Concurrentiepositie industriële sectoren Vlaanderen (NACE 2-cijfer, 2008–2010). NACE 2-cijfer codes: 10 voedingsmiddelen; 11 dranken; 13 textiel; 18 drukkerijen, opgenomen media; 20 chemie; 22 rubber, 23 kunststof; niet-metaalhoudende minereale producten; 24 metalen in primaire vorm; 25 metaalproducten; 26 informatica, optica/elektronica; 27 elektrische apparatuur; 28 machines; 29 auto-industrie; 31 meubelen; 32 overige industrie.

5.3. Invloed van de keuze van maatstaf voor efficiëntie op de sectorale rangschikking

Tot slot geven wij hier een overzicht van de sectorale rangschikking op basis van TFP groei en benadrukken we de verschillen met deze op basis van de groei in arbeidsproductiviteit, zie figuren 8 en 9.²⁰ Waar figuur 8 sectoren {25, 20, 29, 28, 10} identificeert als de meest productieve sectoren in termen van TFP groei over de periode 2005–2010, geeft figuur 9 op basis van de groei in arbeidsproductiviteit met sectoren {27, 29, 25, 20, 32, 11, 28} niet alleen een *andere rangschikking*, maar bovendien ook aan *andere samenstelling* aan, zie tabellen 1 en 2 voor een overzicht.²¹

Tabel 1. *Rangschikking sectoren op basis van TFP groei (2005–2010)*

#	NACE 2-cijfer sector
25	Vervaardiging van producten van metaal, exclusief machines en apparaten
20	Vervaardiging van chemische producten
29	Vervaardiging en assemblage van motorvoertuigen, aanhangwagens en opleggers
28	Vervaardiging van machines, apparaten en werktuigen, n.e.g.
10	Vervaardiging van voedingsmiddelen

Tabel 2. *Rangschikking sectoren op basis van groei in arbeidsproductiviteit (2005–2010)*

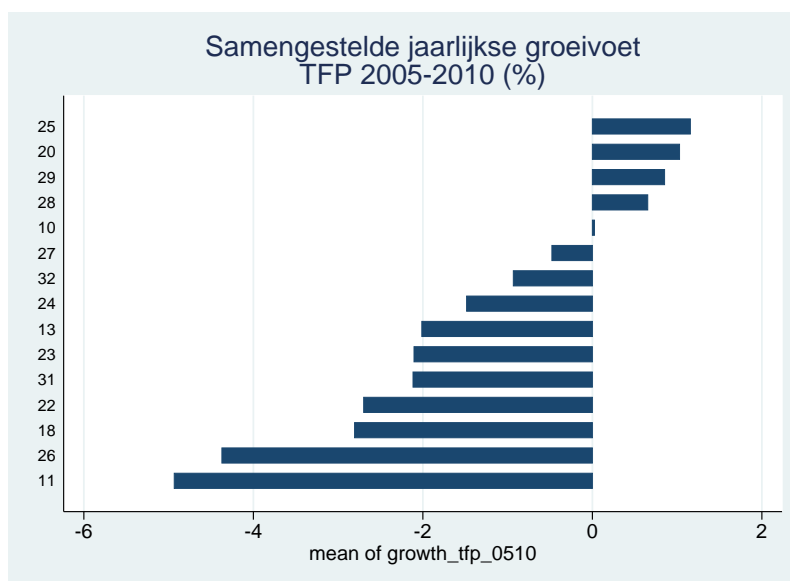
#	NACE 2-cijfer sector
27	Vervaardiging van elektrische apparatuur
29	Vervaardiging en assemblage van motorvoertuigen, aanhangwagens en opleggers
25	Vervaardiging van producten van metaal, exclusief machines en apparaten
20	Vervaardiging van chemische producten
32	Overige industrie
11	Vervaardiging van dranken
28	Vervaardiging van machines, apparaten en werktuigen, n.e.g.

Volledigheidshalve worden ook de rangschikkingen op basis van tewerkstelling en de loonkost per eenheid product weergegeven. Uit figuren 10 en 11 blijkt dat sectoren 10 (Vervaardiging van voedingsmiddelen), 24 (Vervaardiging van metalen in primaire vorm) en 20 (Vervaardiging van chemische producten) de grootste toename in tewerkstelling kenden tussen 2005 en 2010, en sectoren 11 (Vervaardiging van dranken), 18 (Drukkerijen, reproductie van opgenomen

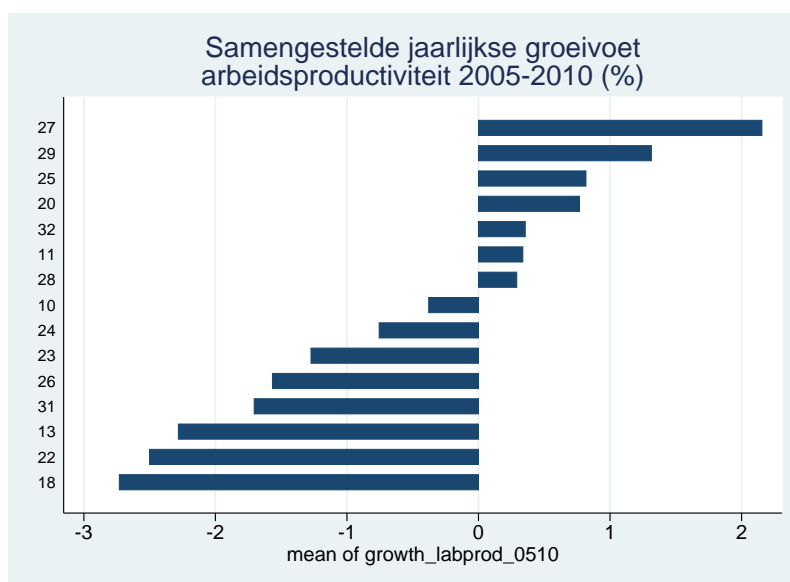
²⁰Met de keuze voor *groei* (in plaats van absolute eenheden) wordt de nadruk gelegd op de innovatieve kracht van een sector.

²¹Enkel sectoren met een *positieve* groei werden weerhouden in de rangschikkingen in tabellen 1 en 2; sectoren zijn gerangschikt in dalende volgorde van belang.

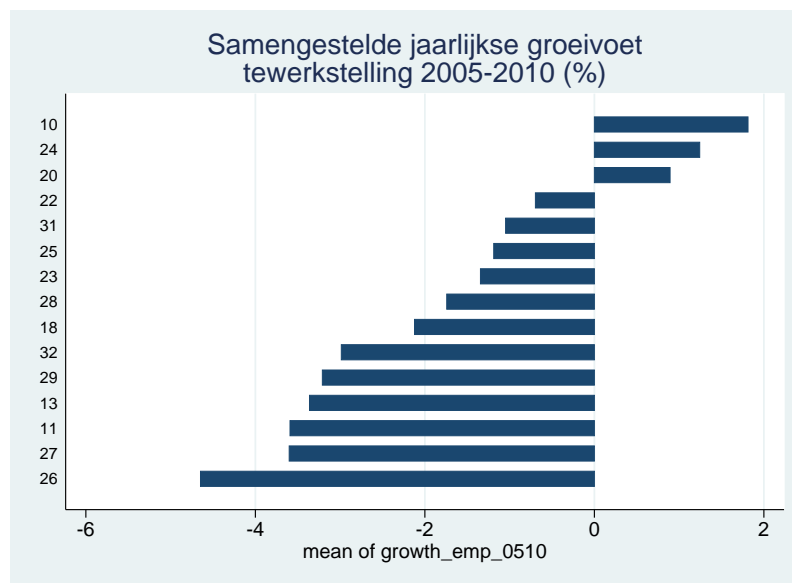
media) en 22 (Vervaardiging van producten van rubber of kunststof) de grootste toename in de kost per eenheid product. Bemerkt dat dit laatste resultaat voor een stuk weerspiegeld wordt door de positie die deze sectoren innemen in de rangschikking van productiviteit in tabellen 1 en 2.



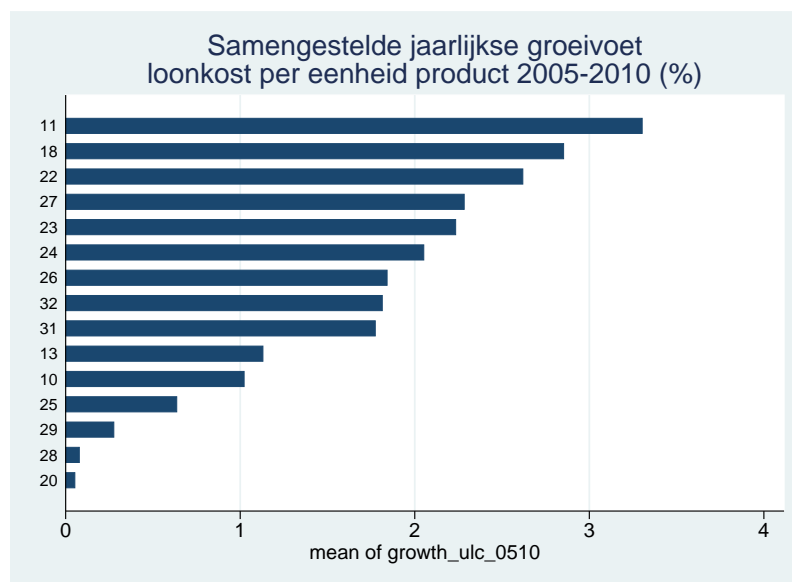
Figuur 8. Sectorale rangschikking op basis van TFP groei (2005–2010). NACE 2-cijfer codes: 10 voedingsmiddelen; 11 dranken; 13 textiel; 18 drukkerijen, opgenomen media; 20 chemie; 22 rubber, 23 kunststof; niet-metaalhoudende minereale producten; 24 metalen in primaire vorm; 25 metaalproducten; 26 informatica, optica/elektronica; 27 elektrische apparatuur; 28 machines; 29 auto-industrie; 31 meubelen; 32 overige industrie.



Figuur 9. Sectorale rangschikking op basis van groei in arbeidsproductiviteit (2005–2010). NACE 2-cijfer codes: 10 voedingsmiddelen; 11 dranken; 13 textiel; 18 drukkerijen, opgenomen media; 20 chemie; 22 rubber, 23 kunststof; niet-metaalhoudende minereale producten; 24 metalen in primaire vorm; 25 metaalproducten; 26 informatica, optica/elektronica; 27 elektrische apparatuur; 28 machines; 29 auto-industrie; 31 meubelen; 32 overige industrie.



Figuur 10. Sectorale rangschikking op basis van tewerksstellingsgroei (2005–2010). NACE 2-cijfer codes: 10 voedingsmiddelen; 11 dranken; 13 textiel; 18 drukkerijen, opgenomen media; 20 chemie; 22 rubber, 23 kunststof; niet-metaalhoudende minereale producten; 24 metalen in primaire vorm; 25 metaalproducten; 26 informatica, optica/elektronica; 27 elektrische apparatuur; 28 machines; 29 auto-industrie; 31 meubelen; 32 overige industrie.



Figuur 11. Sectorale rangschikking op basis van de groei in kost per eenheid product (2005–2010). NACE 2-cijfer codes: 10 voedingsmiddelen; 11 dranken; 13 textiel; 18 drukkerijen, opgenomen media; 20 chemie; 22 rubber, 23 kunststof; niet-metaalhoudende minereale producten; 24 metalen in primaire vorm; 25 metaalproducten; 26 informatica, optica/elektronica; 27 elektrische apparatuur; 28 machines; 29 auto-industrie; 31 meubelen; 32 overige industrie.

6. Besluit

Dit rapport formuleert een *methodologisch canvas* voor de analyse van de concurrentiepositie van sectoren en landen zowel op nationaal als internationaal vlak op basis van een consistente maatstaf voor productiviteit (de totale factorproductiviteit, TFP), en maatstaven voor loonlasten zoals de loonkost per eenheid product (LKP, de ratio van de totale loonkost van een onderneming ten opzichte van de gerealiseerde toegevoegde waarde) of de gemiddelde loonkost (ALK, de ratio van de totale loonkost van een onderneming ten opzichte van de tewerkstelling). Een *grafisch instrument* ter ondersteuning van het beleid bundelt de evolutie van beide maatstaven over een bepaalde periode in een duidelijke karakterisering van de competitieve evolutie (of “transformatie”) van een sector.

De voorgestelde methodologie en de grafische tool worden ter illustratie toegepast om de concurrentiepositie van de Vlaamse industrie langs twee dimensies, een internationale en een nationale, te ontleden. De belangrijkste bevinding langs de internationale dimensie is dat Vlaanderen ten opzichte van buurland Duitsland over de periode 2005–2010 aan competitieve kracht heeft ingeboet door de combinatie van (i) een lagere TFP groei, en (ii) een toename van de loonkost per eenheid product. De grafische tool wijst langs de nationale dimensie op (iii) een combinatie van toenemende loonkosten en een achteruitgang van de productiviteit over dezelfde periode. Een bemoedigende vaststelling daarentegen is dat (iv) vele sectoren tijdens de crisis een verbetering van hun competitieve positie lieten optekenen, doordat hun productiviteit sneller toenam dan hun loonkosten. Verder wordt aangetoond dat een rangschikking op basis van arbeidsproductiviteit zowel een andere volgorde als een andere samenstelling van industriële sectoren oplevert dan een consistente ranking op basis van totale factorproductiviteit, een gegeven dat in rekening moet worden gebracht bijvoorbeeld bij de uitvoering van beleidsondersteunende maatregelen in de context van het Nieuw Industrieel Beleid (NIB).

Alhoewel de voorgestelde methodologie en het grafisch instrument de belangrijkste bijdragen vormen van deze studie, en het rapport als een *eerste stap* moet gezien worden in de lange termijnanalyse van de competitiviteit van de Vlaamse industrie, opent het tevens ruime perspectieven voor verder onderzoek, zowel theoretisch (de toevoeging van nieuwe maatstaven bijvoorbeeld of de wijze van samenstelling van de steekproef, en de impact daarvan op de analyse van de competitieve evolutie) als empirisch (een benchmarking met meerdere regio's zoals deze in Flander's Outlook, of een vergelijking van dezelfde sectoren over een steekproef van regio's/landen).

Referenties

- Akerberg, D., Benkard, C.L., Berry, S. and Pakes, A. (2007), "Econometric Tools for Analyzing Market Outcomes," in J. Heckman and E. Leamer (Eds.), "Handbook of Econometrics," *Handbook of Econometrics*, vol. 6, chap. 63, Elsevier, pp. 4171–4276. [31]
- Altomonte, C. and Ottaviano, G. (2012), "The Triggers of Competitiveness: The EFIGE Cross-Country Report," *Blueprints*, Bruegel. [1, 8, 9]
- Amiti, M. and Konings, J. (2007), "Trade Liberalization, Intermediate Inputs, and Productivity: Evidence from Indonesia," *American Economic Review* 97(5), pp. 1611–1638. [7]
- Cobb, C.W. and Douglas, P.H. (1928), "A Theory of Production," *American Economic Review* 18(1), pp. 139–165. [4]
- De Ruytter, S., Goesaert, T., Konings, J. and Reynaerts, J. (2012), "Sectoranalyse van de Vlaamse Industrie," *Beleidsrapport STORE-B-12-001*, Steunpunt Ondernemen & Regionale Economie, URL <https://prep.cc.kuleuven.be/steunpuntore/publicaties-1/20120703beleidsrapport.pdf>. [1, 5]
- European Commission (2003), "Commission Recommendation of 6 May 2003 Concerning the Definition of Micro, Small and Medium-Sized Enterprises," *Tech. rep.*, European Commission, URL <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:124:0036:0041:EN:PDF>. [26]
- (2012), "European Competitiveness Report," *Tech. rep.*, European Commission, URL http://ec.europa.eu/enterprise/policies/industrial-competitiveness/competitiveness-analysis/european-competitiveness-report/files/ecr2012_full_en.pdf. [8]
- Hansen, L.P. (1982), "Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators," *Econometrica* 50(4), pp. 1029–54. [36]
- Konings, J. (2003), "Are Wage Cost Differentials Driving Delocalisation? A Comparative Analysis Between High Income and Low Income Countries Using Firm Level Data," *LICOS Discussion Paper 134*, LICOS Centre for Institutions and Economic Performance, KU Leuven, URL <http://www.econ.kuleuven.be/licos/publications/discussion-papers/dp/dp134.pdf>. [8]
- Levinsohn, J. and Petrin, A. (2003), "Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables," *Review of Economic Studies* 70(2), pp. 317–341. [7, 36]

- Mayer, T. and Ottaviano, G. (2008), "The Happy Few: The Internationalisation of European Firms. New Facts Based on Firm-Level Evidence," *Intereconomics* Mei/Juni, pp. 137–148. [26]
- Mundlak, Y. (1961), "Empirical Production Function Free of Management Bias," *Journal of Farm Economics* 43(1), pp. 44–56. [33]
- OECD (2012), "Producer Prices Index (PPI)," *OECD statistics website*, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris, URL <http://stats.oecd.org/>. [7, 8]
- Olley, G.S. and Pakes, A. (1996), "The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry," *Econometrica* 64(6), pp. 1263–97. [34]
- Sutton, J. (2012), *Competing in Capabilities. The Globalization Process*, The Clarendon Lectures, Oxford University Press, Oxford, UK. [1]
- Van Beveren, I. (2012), "Total Factor Productivity Estimation: A Practical Review," *Journal of Economic Surveys* 26(1), pp. 98–128. [31]
- Van Biesebroeck, J. (2007), "Robustness of Productivity Estimates," *Journal of Industrial Economics* 55(3), pp. 529–569. [31]
- Wooldridge, J.M. (2009), "On Estimating Firm-Level Production Functions Using Proxy Variables to Control for Unobservables," *Economics Letters* 104(3), pp. 112–114. [7, 36]

A. Bespreking van de steekproef op basis van microgegevens

In navolging van de gangbare norm in de economische literatuur worden alle indicatoren in deze studie berekend op basis van microgegevens (Mayer and Ottaviano, 2008). Derhalve maakt de analyse gebruik van de commerciële databank *Amadeus* die jaarverslagen bundelt van Europese bedrijven die in hun land verplicht zijn om jaarrekeningen neer te leggen. Voor deze analyse beperken we ons in een eerste instantie tot bedrijven gelegen in Vlaanderen en Duitsland.²² De aandacht gaat uit naar de meest recente gegevens, in het bijzonder deze voor jaren 2005 tot en met 2010 wat toelaat een globaal beeld te schetsen van de evolutie over deze periode, als een schets van de ontwikkeling van lonen en productiviteit zowel voor als na de economische crisis van 2008.

Vermits ook de inclusiecriteria kunnen verschillen binnen landen, met name nationale verschillen in de rapporteringsplicht voor bepaalde types van bedrijven, wordt de steekproef beperkt tot een deelsteekproef van middelgrote en grote bedrijven, en worden *kleine* bedrijven geweerd uit de dataset.²³ Hierbij wordt een onderneming als *klein* gecatalogeerd volgens de definitie van kleine bedrijven vastgelegd in de EU aanbeveling 2003/361 (European Commission, 2003), namelijk bedrijven met minder dan 50 werknemers en omzet of totale activa kleiner of gelijk aan 10 miljoen EUR. Toepassing van de voorgaande selectiecriteria resulteert in een consistente dataset met vergelijkbare bedrijven in verschillende landen en elimineert de kans op vertekening in de benchmarkoefening. Landen met een meer algemene verplichting tot rapportering, bijvoorbeeld zowel voor grote als kleine bedrijven, kunnen mogelijk andere patronen van productiviteit laten optekenen dan landen met een meer strikte rapporteringsplicht, dit louter door de samenstelling van de steekproef.

Tabel 3 herneemt de belangrijkste beschrijvende statistieken van de variabelen in de steekproef. Loonkost per eenheid product en de gemiddelde loonkost worden respectievelijk berekend aan de hand van formules (8) en (9); de TFP per land berekenen we door eerst elke bedrijfsproductiviteit (5) te relateren tot de gemiddelde sectoriële productiviteit overheen beide landen en dit voor elk jaar in de steekproef.²⁴ Op deze manier bekijken we de bedrijfsproductiviteit in elk land

²²Voornamelijk de financiële variabelen *toegevoegde waarde* en *tewerkstelling* worden niet in elk land gerapporteerd. *Vlaanderen* wordt gedefinieerd als zijnde alle bedrijven gelegen in het Vlaamse en Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

²³*Kleine* Duitse bedrijven zijn enkel verplicht om een balans neer te leggen; zij hoeven geen resultatenrekening te publiceren.

²⁴Zo wordt bijvoorbeeld voor alle bedrijven uit de farmaceutische sector (NACE 21) de

ten opzichte van het gemiddelde bedrijf in een bepaalde sector. Deze indicator gebruiken we vervolgens om de gemiddelde productiviteit in de steekproef te bekomen tussen 2005 en 2010.

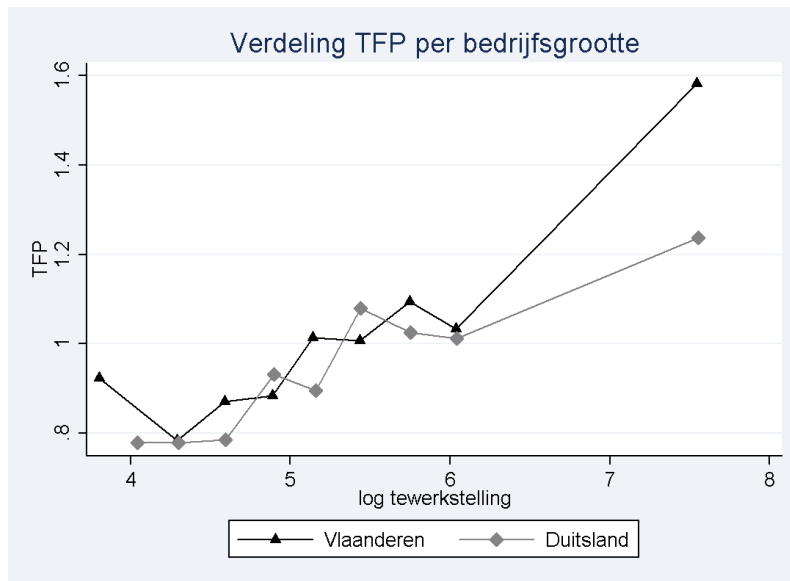
Na transformatie van de bedrijfsgegevens verkrijgen we voor de twee landen een vergelijkbaar aantal bedrijven. Ondernemingen in Duitsland zijn gemiddeld genomen 2.66 keer groter dan in Vlaanderen. De gemiddeldes van de variabelen loonkost per eenheid product en de gemiddelde loonkost per bedrijf liggen, aan de hand van deze gegevens, net onder het Duitse niveau. Duitse bedrijven, ten slotte, zijn in deze steekproef gemiddeld genomen productiever dan een gemiddeld bedrijf uit hun sector. De gemiddelde waarden voor TFP, LKP en gemiddelde loonkost in tabel 3 zijn echter specifiek voor de steekproef die resulteert uit het voorbereiden van de ruwe data zoals hierboven beschreven,²⁵ en volstaan niet als indicatoren voor comparatieve doeleinden; daarvoor moet beroep gedaan worden op een daartoe speciaal geselecteerde steekproef. Figuren 12, 13 en 14 geven aan hoe respectievelijk de variabelen TFP, LKP en ALK wijzigen met de omvang van de bedrijven in de steekproef.

verhouding berekend van de individuele bedrijfsproductiviteit ten opzichte van de gemiddelde productiviteit in de farmaceutische sector in Vlaanderen en Duitsland.

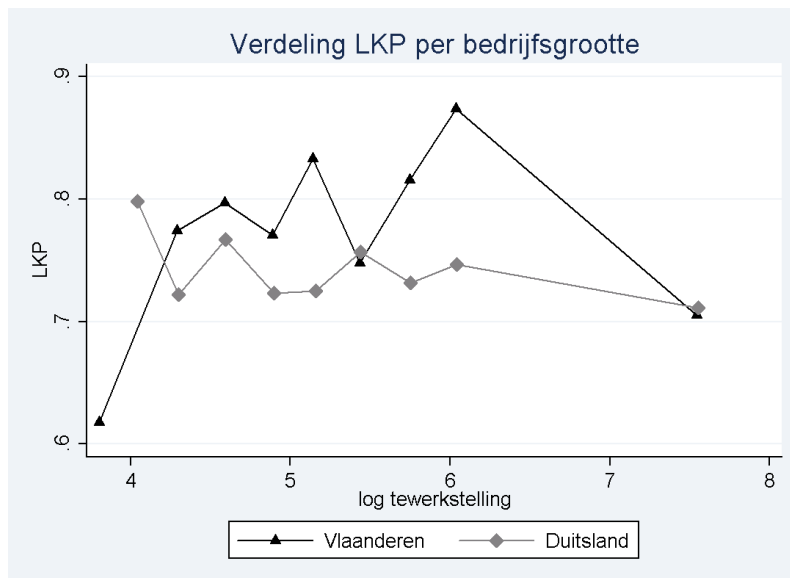
²⁵De steekproef is het resultaat van de combinatie van de selectiecriteria voor middelgrote en grote ondernemingen en de vereiste van simultane observaties voor toegevoegde waarde, arbeid en kapitaal, allen nodig voor het schatten van TFP.

Tabel 3. *Beschrijvende statistieken steekproef (2005–2010)*

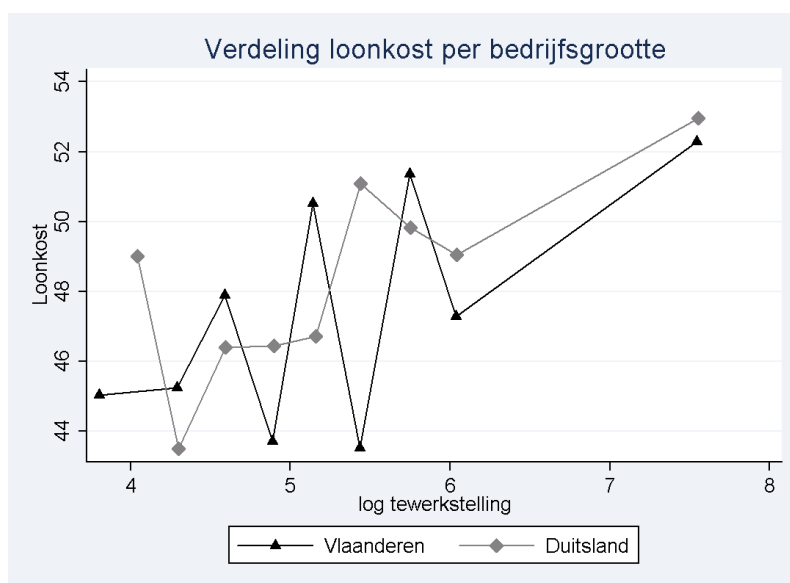
Variabele	Vlaanderen	Duitsland
Aantal bedrijven (voor transformatie)	199,759	1,006,537
Aantal bedrijven (na transformatie)	1,806	2,436
Aantal werknemers		
Mediaan	114	302
Gemiddelde	301.817	793.953
Standaardafwijking	690.83	4,813.10
Minimum	10	21
Maximum	8,146	101,352
Loonkost per eenheid product (LKP)		
Mediaan	0.744	0.760
Gemiddelde	0.725	0.750
Standaardafwijking	0.205	0.176
Minimum	0.218	0.215
Maximum	1.595	1.597
Gemiddelde loonkost (ALK)		
Mediaan	45,371.55	49,707.52
Gemiddelde	46,789.49	49,656.84
Standaardafwijking	9.636	10.885
Minimum	24,843.30	24,633.93
Maximum	84,543.06	91,311.87
Totale factorproductiviteit (TFP)		
Mediaan	0.892	0.940
Gemiddelde	0.984	1.012
Standaardafwijking	0.408	0.397
Minimum	0.265	0.294
Maximum	3.898	3.874



Figuur 12. Relatie tussen bedrijfsgrootte en geschatte TFP in de steekproef. De figuur geeft voor 10 opeenvolgende klassen van bedrijfsgrootte van Vlaamse en Duitse ondernemingen in de steekproef het verband tussen de bedrijfsgrootte (uitgedrukt als het natuurlijke logaritme van het gemiddelde aantal werknemers) en de totale factorproductiviteit.



Figuur 13. Relatie tussen bedrijfsgrootte en LKP in de steekproef. De figuur geeft voor 10 opeenvolgende klassen van bedrijfsgrootte van Vlaamse en Duitse ondernemingen in de steekproef het verband tussen de bedrijfsgrootte (uitgedrukt als het natuurlijke logaritme van het gemiddelde aantal werknemers) en de loonkost per eenheid product.



Figuur 14. Relatie tussen bedrijfsgrootte en de gemiddelde loonkost in de steekproef. De figuur geeft voor 10 opeenvolgende klassen van bedrijfsgrootte van Vlaamse en Duitse ondernemingen in de steekproef het verband tussen de bedrijfsgrootte (uitgedrukt als het natuurlijke logaritme van het gemiddelde aantal werknemers) en gemiddelde loonkost.

B. Het schatten van totale factorproductiviteit op basis van microgegevens

B.1. De Cobb-Douglas productiefunctie als een regressie

De Cobb-Douglas productiefunctie leent zich uitstekend als een empirisch instrument om productiviteit in al haar aspecten te onderzoeken op basis van geobserveerde data, bijvoorbeeld de productiviteit in een bepaalde bedrijfstak. Op basis van een steekproef van bedrijven in deze sector waarvan op regelmatige basis output en inputs worden geregistreerd kan men dan statistisch het verband nagaan tussen productiefactoren en fysieke productie en tevens voor ieder bedrijf een maatstaf van efficiëntie berekenen op basis van de fundamentele relatie (1).

De *empirische* specificatie van de Cobb-Douglas productiefunctie voor een bedrijf $i = 1, \dots, I$ op tijdstip $t = 1, \dots, T$ in deze steekproef is

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_1} L_{it}^{\beta_2} \eta_{it}, \quad (13)$$

waarbij η_{it} een restterm voorstelt die alle factoren herneemt die een invloed uitoefenen op de output maar niet in het model (kunnen) worden opgenomen, zoals bijvoorbeeld meetfouten.²⁶ Log-linearisatie van vergelijking (13) geeft

$$y_{it} = a_{it} + \beta_1 k_{it} + \beta_2 \ell_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (14)$$

waarbij kleine letters het natuurlijke logaritme voorstellen van de overeenkomstige economische variabelen (output en inputs) voorgesteld in hoofdletters, met name $y_{it} = \ln Y_{it}$, $a_{it} = \ln A_{it}$, $k_{it} = \ln K_{it}$, $\ell_{it} = \ln L_{it}$ en $\varepsilon_{it} = \ln \eta_{it}$. Indien de storingsterm ε_{it} niet gecorreleerd is met de verklarende variabelen, m.a.w. indien

$$\text{Corr}[k_{it}, \omega_{it}] = 0 \quad (15a)$$

$$\text{Corr}[\ell_{it}, \omega_{it}] = 0, \quad (15b)$$

dan levert de kleinste kwadratenmethode (*ordinary least squares*, OLS) onvertende schatters $\hat{\beta}_1$ en $\hat{\beta}_2$ op die op een statistisch verantwoorde manier (in de zin van statistische inferentie) gebruikt kunnen worden om (i) de impact van (infinitesimaal kleine) wijzigingen in de inzet van arbeid en kapitaal op productie te meten, en (ii) de competitieve aard van de sector te toetsen.²⁷

²⁶Zie Akerberg *et al.* (2007) en Van Biesebroeck (2007) voor een technische bespreking van het econometrisch schatten van de parameters van Cobb-Douglas productiefuncties, en Van Beveren (2012) voor een praktische benadering.

²⁷Indien $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 > 1$ onder de nulhypothese van een éézijdige *t*-test, dan is dit een indicatie voor het bestaan van *toenemende schaalvoordelen* in de bedrijfstak in kwestie. Dit laatste wijst dikwijls op een vorm van *marktmacht*, een situatie waarbij producenten prijzen aanrekenen boven de marginale kost.

B.2. OLS is niet altijd de meest aangewezen methode

Aan voorwaarde (15) is niet altijd voldaan. Indien we nu voor ieder bedrijf de niet-waarneembare technische efficiëntie a_{it} gebruiken om de afwijking van de gemiddelde efficiëntie $\mathbb{E}[a_{it}]$ van de bedrijfstak waartoe de onderneming behoort als volgt te definiëren,

$$a_{it} = \mathbb{E}[a_{it}] + \omega_{it},$$

dan volgt hieruit de uiteindelijke empirische specificatie van de Cobb-Douglas productiefunctie:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 k_{it} + \beta_2 \ell_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it}. \quad (16)$$

De constante term $\beta_0 = \mathbb{E}[A_{it}]$ is de gemiddelde productiviteit in de industrie en ω_{it} is een productiviteitsschok die managers in rekening nemen bij het bepalen van de optimale inzet van arbeid en kapitaal maar die niet door de onderzoeker wordt waargenomen. Het gevolg hiervan is dat een OLS regressie van vergelijking (16) doorgaans resulteert in *vertekende* en inconsistente coëfficiënten voor kapitaal en arbeid,²⁸ wat nefast is voor conclusies die gebaseerd zijn op de statistische inferentie van deze parameters. Men kan m.a.w. geen geloof hechten aan de puntschattingen die via OLS worden bekomen.

B.3. Oplossingen voor het endogeniteitsprobleem

Een deel van de economische literatuur werd in de voorbije twee decennia gedomineerd door de zoektocht naar methoden om het endogeniteitsprobleem op te lossen. We onderscheiden achtereenvolgens (1) het gebruik van instrumenten, (2) het uitbuiten van heterogeniteit in de steekproef, en (3) het gebruik van een controlefunctie.

B.3.1. Instrumenten

Via deze methode worden de *endogene* variabelen kapitaal en arbeid vervangen door een *instrumentele variabele* (IV) z_{it} die aan een aantal voorwaarden moet voldoen om tot betrouwbare resultaten te bekomen:

$$\text{Corr}[z_{it}, k_{it}] \neq 0 \quad (17a)$$

$$\text{Corr}[z_{it}, \ell_{it}] \neq 0 \quad (17b)$$

²⁸Dit is het fundamentele probleem van *endogeniteit*: een coëfficiënt is vertekend indien de verwachte waarde afwijkt van het gemiddelde in de populatie, m.a.w. indien $\mathbb{E}[\hat{\beta}_k] \neq \beta_k$. Een consistente parameter benadert het gemiddelde in de populatie als de steekproef groter wordt, m.a.w. $\lim_{n \rightarrow \infty} \mathbb{E}[\hat{\beta}_k] = \beta_k$. In het geval van vergelijking (16) levert een grotere steekproef zelfs dit resultaat niet op.

$$\text{Corr}[z_{it}, \omega_{it}] = 0, \quad (17c)$$

Kort samengevat houden voorwaarden (17a) en (17b) in dat het instrument gecorreleerd moet zijn met de endogene variabelen (economische relevantie), en dat deze ongecorreleerd is met de productiviteitsschok (statistische relevantie). Voor de hand liggende instrumenten zijn bijvoorbeeld inputprijzen omdat deze niet voorkomen in (16), en de vraag naar arbeid en kapitaal rechtstreeks beïnvloeden. Om de vraag te beantwoorden of deze instrumenten ongecorreleerd zijn met de productiviteitsschok wordt doorgaans beroep gedaan op economische theorie en kennis van de sector waarin het bedrijf opereert.

B.3.2. Bedrijfsspecifieke eigenschappen – heterogeniteit

Deze benadering maakt specifiek gebruik van de *structuur* van panel data; dit zijn steekproeven die zowel kenmerken vertonen van een *cross sectie* (observaties van verschillende bedrijven) als van een *tijdreeks* (openvolgende observaties van elk van de bedrijven over de tijd). Concreet veronderstelt men dat de productiviteitsschok constant is over de tijd, $\omega_{it} = \omega_i \forall t \in T$, en dus voor ieder bedrijf een specifiek gegeven (*fixed effect*) is dat niet wordt waargenomen door de onderzoeker.²⁹ De empirische specificatie van de Cobb-Douglas productiefunctie is dan

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 k_{it} + \beta_2 \ell_{it} + \omega_i + \varepsilon_{it}. \quad (18)$$

Dit niet-waargenomen specifiek effect kan uit vergelijking (18) verwijderd worden door openvolgende observaties van elkaar af te trekken (*first differencing*):

$$y_{it} - y_{it-1} = (\beta_0 - \beta_0) + \beta_1(k_{it} - k_{it-1}) + \beta_2(\ell_{it} - \ell_{it-1}) + (\omega_i - \omega_i) + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1}).$$

Vermits de constante term ("1") en de productiviteitsschok constant zijn over de tijd, vereenvoudigt de voorgaande vergelijking tot

$$\tilde{y}_{it} = \beta_1 \tilde{k}_{it} + \beta_2 \tilde{\ell}_{it} + \tilde{\varepsilon}_{it}, \quad (19)$$

waarbij $\tilde{y}_{it} = y_{it} - y_{it-1}$, $\tilde{k}_{it} = k_{it} - k_{it-1}$, $\tilde{\ell}_{it} = \ell_{it} - \ell_{it-1}$, en $\tilde{\varepsilon}_{it} = \varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1}$. Onder de voorwaarde (15) produceert OLS ook hier consistente schatters voor β_k en β_ℓ .

B.3.3. Een controlefunctie op basis van investeringen

De benaderingen die een *controlefunctie* gebruiken om endogeniteitsproblemen te verhelpen, beroepen zich in grote mate op het tijdspatroon (de chronologische volgorde in de tijd) van de beslissingen die ondernemingen nemen m.b.t. de optimale inzet van arbeid en kapitaal.

²⁹Zie Mundlak (1961) voor de originele bijdrage.

Veronderstellingen Olley and Pakes (1996) breiden derhalve de productiefunctie (16) uit met een bijkomende variabele a_{it} die de leeftijd (in jaren) van de productievestiging voorstelt om de impact van deze variabele op productiviteit in te schatten:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 k_{it} + \beta_2 \ell_{it} + \beta_3 a_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it}. \quad (20)$$

De productiviteitsschok zelf wordt in een stochastisch keurslijf gestopt en is, op basis van de informatie I_{it} waarover de onderneming beschikt, enkel een functie van de productiviteitsschok in de vorige periode:

$$\Pr \{ \omega_{it+1} | \{ \omega_{it} \}_{\tau=0}^t, I_{it} \} = \Pr \{ \omega_{it+1} | \omega_{it} \}. \quad (21)$$

Vergelijking (21) is zowel een econometrische als een economische veronderstelling over de manier waarop ondernemingen vorm geven aan hun overtuiging over de evolutie van productiviteit over de tijd: na ω_{it} te hebben waargenomen, is een onderneming i op tijdstip t ervan overtuigd dat de verdeling van ω_{it+1} weergegeven wordt door $\Pr \{ \omega_{it+1} | \omega_{it} \}$.³⁰

Daarnaast worden ondernemingen verondersteld kapitaal op een deterministische wijze te vergaren via investeringen:

$$k_{it} = (1 - \delta)k_{it-1} + i_{it-1}, \quad (22)$$

waar δ de mate is van depreciatie. Volgens vergelijking (22) worden de investeringsbeslissingen i_{it-1} worden genomen op tijdstip $t - 1$; dit is het tijdspatroon waarvan sprake in het begin van deze paragraaf. Dit houdt in dat (i) het niveau kapitaal k_{it} dat door de onderneming wordt aangewend in de productie op tijdstip t werd berekend op tijdstip $t - 1$, en (ii) de factor kapitaal een vaste input is in dit model, in tegenstelling tot de variabele input arbeid ℓ_{it} waarover beslist wordt op een later tijdstip t .

Methode Het verhelpen van de endogeniteit van de inputkeuze (in het bijzonder deze van arbeid) via de Olley and Pakes (1996) methode verloopt in drie stappen:

1. De vraag naar investeringen is een functie van de hoeveelheid kapitaal, de leeftijd van de productie eenheid, en de productiviteitsschok:

$$i_{it} = i_i(k_{it}, a_{it}, \omega_{it}). \quad (23)$$

Deze vraag worden verondersteld toe te nemen met grotere waarden van ω_{it} ; dankzij deze *monotoniciteits*voorwaarde kan de investeringsvraagfunctie (23) geïnverteerd worden om de productiviteitsschok te isoleren:

$$\omega_{it} = h_t(k_{it}, a_{it}, i_{it}). \quad (24)$$

³⁰Deze veronderstelling is een Markov proces van de eerste orde.

Substitutie van (24) in (20) geeft bijgevolg

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 k_{it} + \beta_2 \ell_{it} + \beta_3 a_{it} + h_t(k_{it}, g_{it}, i_{it}) + \varepsilon_{it}. \quad (25)$$

Omdat (24) een niet-parametrische functie is van k_{it} en a_{it} , is het onmogelijk de coëfficiënten β_0 , β_1 en β_3 te identificeren m.b.v. de OLS methode; daarom worden deze variabelen gegroepeerd in een term $\phi(\cdot)$ zodat via de volgende vergelijking,

$$y_{it} = \beta_2 \ell_{it} + \phi(k_{it}, a_{it}, i_{it}) + \varepsilon_{it}, \quad (26)$$

de coëfficiënt voor arbeid geschat kan worden als $\hat{\beta}_2$.

2. Een schatting van de productiviteitsschok wordt vervolgens bekomen op basis van vergelijking (26):

$$\hat{\omega}_{it} = \hat{\phi}_{it} - \beta_0 - \beta_1 k_{it} - \beta_3 a_{it}. \quad (27)$$

Decompositie van de productiviteitsschok in zijn conditionele verwachting en een restterm geeft

$$\omega_{it} = \mathbb{E}[\omega_{it} | I_{it-1}] + \xi_{it} \quad (28)$$

$$= \mathbb{E}[\omega_{it} | \omega_{it-1}] + \xi_{it} \quad (29)$$

$$= g(\omega_{it-1}) + \xi_{it}. \quad (30)$$

3. In de laatste stap worden resultaten (27) en (28) gecombineerd door vergelijking (20) te herformuleren als

$$y_{it} - \beta_2 \ell_{it} = \beta_0 + \beta_1 k_{it} + \beta_3 a_{it} + g(\omega_{it-1}) + \xi_{it} + \varepsilon_{it} \quad (31)$$

$$= \beta_0 + \beta_1 k_{it} + \beta_3 a_{it} + g(\hat{\phi}_{it-1} - \beta_0 - \beta_1 k_{it-1} - \beta_3 g_{it-1}) + \xi_{it} + \varepsilon_{it} \quad (32)$$

$$= \beta_1 k_{it} + \beta_3 a_{it} + \tilde{g}(\hat{\phi}_{it-1} - \beta_0 - \beta_1 k_{it-1} - \beta_3 g_{it-1}) + \xi_{it} + \varepsilon_{it} \quad (33)$$

Door het tijdspatroon van de beslissing over investeringen en het verband met kapitaal zijn de resttermen ξ_{it} niet langer gecorreleerd met de verklarende variabelen, en kunnen consistente schatters $\hat{\beta}_1$ en $\hat{\beta}_3$ worden bekomen voor kapitaal en leeftijd via de substitutie van $\hat{\beta}_2$ en $\hat{\phi}_{it-1}$ in de overeenkomstige waarden in (27).

B.3.4. Een controlefunctie op basis van intermediaire goederen

Door de monotoniciteitsconditie op investeringen is de OP methode is slechts bruikbaar voor waarnemingen met positieve waarden voor investeringen (i_{it});

dit houdt *de facto* een aanpassing van de steekproef in (minder observaties) en bijgevolg een minder efficiënte schatting van de coëfficiënten door het verlies aan informatie ingebed in waarnemingen met negatieve of nulwaarden voor i_{it} .

Een variatie op het voorgaande thema wordt gepresenteerd in [Levinsohn and Petrin \(2003](#), hierna LP) waar intermediaire goederen worden gebruikt als een benadering voor de niet-waargenomen productiviteitsmaatstaf ω_{it} omdat bedrijven doorgaans positieve waarden rapporteren voor het gebruik van materialen en energie. Dit heeft niet alleen een positieve impact op de omvang van de steekproef (efficiëntie), maar komt ook de monotoniciteitsconditie voor een stuk tegemoet. De LP methode wijkt af van de OP methode door intermediaire goederen uit te drukken als een functie van kapitaal en productiviteit:

$$m_{it} = m_t(k_{it}, \omega_{it}). \quad (34)$$

Indien aan de monotoniciteitsconditie is voldaan en indien de vraag naar intermediaire goederen strikt toeneemt in ω_{it} , kan vergelijking (34) geïnverteerd worden om niet-waargenomen productiviteit uit te drukken als een functie van waarneembare variabelen:

$$\omega_{it} = s_t(k_{it}, m_{it}), \quad (35)$$

waarbij $s_t(\cdot) = m_t^{-1}(\cdot)$. De te schatten relatie op basis van (35) dan

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 k_{it} + \beta_2 \ell_{it} + \beta_3 m_{it} + s_t(k_{it}, m_{it}) + \varepsilon_{it}, \quad (36)$$

en de rest van de procedure verloopt analoog aan de OP methode.

B.3.5. Eenvoudiger en efficiënter

Zowel OP als LP zijn in essentie twee-stapsmethoden waarbij de coëfficiënt voor arbeid wordt geschat in een eerste stap, en deze voor kapitaal en leertijd/materialen in een tweede. [Wooldridge \(2009\)](#) bouwt verder op de LP methode en stelt voor om beide stappen te combineren in één enkele stap die niet alleen veel eenvoudiger is in de praktijk, maar ook resulteert in een meer efficiënte schattingsmethode.³¹

De methode is in essentie een enkelvoudige GMM procedure ([Hansen, 1982](#)) die de momentvoorwaarden impliciet aanwezig in stappen 1 en 2 zowel bij OP als LP combineert in één enkele momentvoorwaarde. Daartoe definieert [Wooldridge](#)

³¹In de econometrische literatuur geeft een meer efficiënte schattingsmethode kleinere standaardfouten voor de geschatte coëfficiënten op basis van dezelfde steekproef; deze laatste worden dus met meer precisie geschat. Deze terminologie wordt in dit deel gehandhaafd.

(2009) een 2×1 restfunctie

$$\mathbf{r}_{it}(\boldsymbol{\theta}) = \begin{pmatrix} \mathbf{r}_{it,1}(\boldsymbol{\theta}) \\ \mathbf{r}_{it,2}(\boldsymbol{\theta}) \end{pmatrix} \quad (37)$$

$$= \begin{pmatrix} y_{it} - \beta_0 - \beta_1 k_{it} - \beta_2 \ell_{it} - \beta_3 m_{it} - s_t(k_{it}, m_{it}) \\ y_{it} - \beta_0 - \beta_1 k_{it} - \beta_2 \ell_{it} - \beta_3 m_{it} - s_t(k_{it}, m_{it}, k_{it-1}, m_{it-1}) \end{pmatrix}, \quad (38)$$

die samen met een matrix van instrumenten \mathbf{Z}_{it} de momentvoorwaarde

$$\mathbb{E} [\mathbf{Z}_{it}' \mathbf{r}_{it}(\boldsymbol{\theta})] = \mathbf{0},$$

oplevert en toelaat de coëfficiënten $\boldsymbol{\theta} = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3)'$ consistent te schatten.

C. Europese activiteitenomenclatuur op 2-cijfer niveau (NACE Rev. 2)

NACE-code	NACE-omschrijving
5	Winning van steenkool en bruinkool
6	Winning van aardolie en aardgas
7	Winning van metaalertsen
8	Overige winning van delfstoffen
9	Ondersteunende activiteiten in verband met de mijnbouw
10	Vervaardiging van voedingsmiddelen
11	Vervaardiging van dranken
12	Vervaardiging van tabaksproducten
13	Vervaardiging van textiel
14	Vervaardiging van kleding
15	Vervaardiging van leer en van producten van leer
16	Houtindustrie en vervaardiging van artikelen van hout en van kurk, exclusief meubelen; vervaardiging van artikelen van riet en van vlechtwerk
17	Vervaardiging van papier en papierwaren
18	Drukkerijen, reproductie van opgenomen media
19	Vervaardiging van cokes en van geraffineerde aardolieproducten
20	Vervaardiging van chemische producten
21	Vervaardiging van farmaceutische grondstoffen en producten
22	Vervaardiging van producten van rubber of kunststof
23	Vervaardiging van andere niet-metaalhoudende minerale producten
24	Vervaardiging van metalen in primaire vorm
25	Vervaardiging van producten van metaal, exclusief machines en apparaten
26	Vervaardiging van informaticaproducten en van elektronische en optische producten
27	Vervaardiging van elektrische apparatuur
28	Vervaardiging van machines, apparaten en werktuigen, n.e.g.
29	Vervaardiging van auto's, aanhangwagens en opleggers
30	Vervaardiging van andere transportmiddelen
31	Vervaardiging van meubelen
32	Overige industrie
33	Reparatie en installatie van machines en apparaten
35	Productie en distributie van elektriciteit, gas, stoom en gekoelde lucht
36	Winning, behandeling en distributie van water
37	Afvalwaterafvoer
38	Inzameling, verwerking en verwijdering van afval; terugwinning

39	Sanering en ander afvalbeheer
----	-------------------------------